

* NOTICES *

2003-264122

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is constituted by the semiconductor or insulator characterized by providing the following. to the substrate opposed face of this movable object The movable side electrode for movable object displacement which counters the fixed side electrode for movable object displacement on the aforementioned substrate is formed through the aforementioned movable electrode and the interval. The movable side electrode for these movable object displacement, and the fixed side electrode for movable object displacement the movable object concerned -- a variation rate -- the ** movable side electrode and a movable object -- a variation rate -- with the movable electrode which is made to carry out the variation rate of the movable object to a substrate side, and is formed in the movable object of the electrostatic attraction by ** fixed side inter-electrode direct-current-voltage impression The variable-capacity element characterized by constituting the capacity adjustable means which carries out adjustable [of the electrostatic capacity between the RF signal flow sections on a substrate] Substrate The RF signal flow section formed on this substrate The movable object which is arranged through a substrate and an interval at the upper part side of a substrate, and counters a part of RF signal flow section [at least] It has the movable electrode which is formed in this movable object and counters the RF signal flow section, the fixed side electrode for movable object displacement is formed in the field which counters a movable object on the aforementioned substrate through the RF signal flow section and the interval, and the aforementioned good dynamic body is insulation to a RF signal.

[Claim 2] The up member is arranged through the interval at the upper part side of a movable object, and it replaces with preparing the movable side electrode for movable object displacement in the substrate opposed face of a movable object. a movable object -- a variation rate -- the ** movable side electrode -- the upper part of a movable object -- a member -- it forms in an opposed face -- having -- moreover, a movable object -- a variation rate -- preparing the ** fixed side electrode in a substrate -- replacing with -- a movable object -- a variation rate -- the ** fixed side electrode an up member -- a movable object -- a variation rate -- the ** movable side electrode is countered and it forms -- having -- **** -- these movable objects -- a variation rate -- the ** movable side electrode and a movable object -- a variation rate -- the ** fixed side electrode the movable object concerned -- a variation rate -- the ** movable side electrode and a movable object -- a variation rate -- the electrostatic attraction by ** fixed side inter-electrode direct-current-voltage impression -- a movable object -- the upper part -- a member -- a variation rate being carried out to a side and with the movable electrode currently formed in the movable object The variable-capacity element according to claim 1 characterized by constituting the capacity adjustable means which carries out adjustable [of the electrostatic capacity between the RF signal flow sections on a substrate].

[Claim 3] It is the variable-capacity element according to claim 1 or 2 which the RF signal flow section accomplishes the one side of a coplanar track and the microstrip lines, and is characterized by a variable-capacity element being a shunt switching device which controls flow turning on and off of the signal of the coplanar track which is the RF signal flow section, or a

microstrip line using the electrostatic-capacity change between a movable electrode and the RF signal flow section.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-264122

(P 2003-264122A)

(43) 公開日 平成15年9月19日 (2003. 9. 19)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 G 5/16

H 0 1 G 5/16

H 0 1 H 59/00

H 0 1 H 59/00

H 0 1 P 3/02

H 0 1 P 3/02

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-63141 (P2002-63141)

(22) 出願日 平成14年3月8日 (2002. 3. 8)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 藤井 康生

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 小林 真司

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

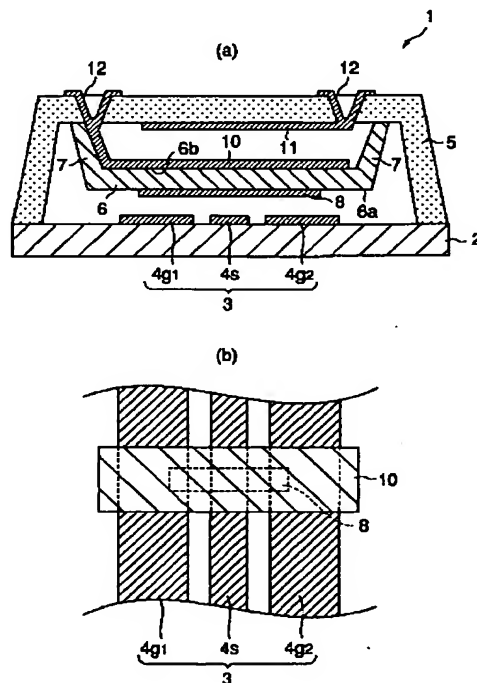
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変容量素子

(57) 【要約】

【課題】 電極の設計の自由度を高める。

【解決手段】 基板 2 上には高周波信号が導通する線路 3 を形成する。基板 2 の上方側には基板 2 と間隔を介して線路 3 の少なくとも一部分に対向させて可動体 6 を配置する。この可動体 6 の基板対向面にはコプレーナ線路 3 に対向する可動電極 8 を形成する。また、可動体 6 には可動体変位用可動側電極 10 を形成し、この可動体変位用可動側電極 10 と間隔を介して対向する可動体変位用固定側電極 11 を設ける。可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 間の直流電圧印加による静電引力によって可動体 6 が変位して、可動電極 8 と線路 3 間の静電容量が可変する。可動電極 8 と可動体変位用可動側電極 10 を別々に設けたので、可動電極 8 の機能と可動体変位用可動側電極 10 の機能とを兼用する電極を設ける場合に比べて、電極設計の自由度が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、この基板上に形成される高周波信号導通部と、基板の上方側に基板と間隔を介して配置され高周波信号導通部の少なくとも一部分に対向する可動体と、この可動体に形成され高周波信号導通部に対向する可動電極とを有し、前記基板上には可動体に対向する領域に可動体変位用固定側電極が高周波信号導通部と間隔を介して形成されており、前記可動体は、高周波信号に対して絶縁性を有する半導体又は絶縁体により構成され、この可動体の基板対向面には、前記基板上の可動体変位用固定側電極に対向する可動体変位用可動側電極が前記可動電極と間隔を介して形成されており、それら可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極は、当該可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極間の直流電圧印加による静電引力によって可動体を基板側に変位させて、可動体に形成されている可動電極と、基板上の高周波信号導通部との間の静電容量を可変する容量可変手段を構成していることを特徴とする可変容量素子。

【請求項 2】 可動体の上方側に間隔を介して上部部材が配置されており、可動体変位用可動側電極を可動体の基板対向面に設けるのに代えて、可動体変位用可動側電極は可動体の上部部材対向面に形成され、また、可動体変位用固定側電極を基板に設けるのに代えて、可動体変位用固定側電極は、上部部材に、可動体変位用可動側電極に対向して形成されており、それら可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極は、当該可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極間の直流電圧印加による静電引力によって可動体を上部部材側に変位させて、可動体に形成されている可動電極と、基板上の高周波信号導通部との間の静電容量を可変する容量可変手段を構成していることを特徴とする請求項 1 記載の可変容量素子。

【請求項 3】 高周波信号導通部は、コプレーナ線路とマイクロストリップ線路のうちの一方側と成し、可変容量素子は、可動電極と高周波信号導通部間の静電容量変化を利用して高周波信号導通部であるコプレーナ線路又はマイクロストリップ線路の信号の導通オン・オフを制御するシャントスイッチ素子であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の可変容量素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波回路に組み込まれる可変容量素子に関するものである。

【0002】

【背景技術】図 4 (a) には可変容量素子であるシャントスイッチ素子の一例が断面図により簡略化されて示されている。このシャントスイッチ素子 30 は誘電体から成る基板 31 を有し、この基板 31 上にはコプレーナ線路 32 が形成されている。このコプレーナ線路 32

は高周波信号を通电する線路であり、3本の線路 33g1, 33s, 33g2 が基板 31 上に間隔を介し並設されて構成されている。その真ん中の線路 33s は信号線路と成し、信号線路 33s の両側の線路 33g1, 33g2 はグランド線路と成している。

【0003】コプレーナ線路 32 上には、電極ブリッジ 34 が、その両端をそれぞれグランド線路 33g1, 33g2 に接合させ信号線路 33s の上方側を跨ぐ形態で配置されている。図 4 (b) にはコプレーナ線路 32 と電極ブリッジ 34 を図 4 (a) の上方側から見た図が模式的に示されている。

【0004】このシャントスイッチ素子 30 を構成する信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間に直流電圧を印加すると、信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間に静電引力が発生する。この結果、発生した静電引力により、電極ブリッジ 34 が信号線路 33s に引き寄せられ、電極ブリッジ 34 と、コプレーナ線路 32 の信号線路 33s との間の静電容量が変化する。

【0005】ところで、コプレーナ線路 32 と電極ブリッジ 34 の等価回路は図 4 (c) の如く表すことができる。この図 4 (c) において、符号 C は信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間の静電容量を示し、符号 L は電極ブリッジ 34 が持つインダクタンス成分を示し、符号 R は電極ブリッジ 34 が持つ抵抗成分を示している。

【0006】信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間の間隔が狭くて当該信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間の静電容量 C が大きくなると、図 4 (c) の LC 直列回路の自己共振周波数が低下する。LC 直列回路の自己共振周波数において、その LC 直列回路のインピーダンスは最低となる。これにより、信号線路 33s から電極ブリッジ 34 を介してグランド線路 33g1, 33g2 側を見たときに LC 直列回路の自己共振周波数において高周波的に短絡した状態となって、コプレーナ線路 32 (信号線路 33s) の高周波信号の導通がオフする。

【0007】また、信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間の間隔が広くて当該信号線路 33s と電極ブリッジ 34 間の静電容量 C が小さくなると、図 4 (c) の LC 直列回路の自己共振周波数が上昇する。この結果、信号線路 33s から電極ブリッジ 34 を介してグランド線路 33g1, 33g2 側を見たときに高周波的にオープンとなって、コプレーナ線路 32 の高周波信号の導通がオンする。

【0008】このシャントスイッチ素子 30 では、前述したように、電極ブリッジ 34 を変位させて当該電極ブリッジ 34 と信号線路 33s 間の静電容量 C を可変することにより、コプレーナ線路 32 の高周波信号の導通オン・オフを制御することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このシャントスイッチ素子 30 の構成では、電極ブリッジ 34 は、駆動用固定

電極と対を成して静電引力を発生させるための駆動電極としての機能と、信号線路 33s と対を成して図 4

(c) に示す LC 直列回路の自己共振周波数を決定するための静電容量用の電極としての機能とを兼用している。

【0010】しかしながら、コプレーナ線路 32 を導通する信号が例えばミリ波帯などの高周波信号の場合、前述の如く静電容量変化を利用した LC 直列回路の自己共振周波数の変化によってコプレーナ線路 32 の高周波信号の導通オン・オフを精度良く行うためには、電極ブリッジ 34 の電極面を小さく形成する必要がある。一方、そのように電極ブリッジ 34 を小さく形成すると、当該電極ブリッジ 34 を変位させるための静電引力を発生させるためには、電極ブリッジ 34 と駆動用固定電極間に大きな直流電圧を印加しなければならない。しかし、低い直流電圧で電極ブリッジ 34 を変位させることが望ましいので、変位駆動の面から見ると、電極ブリッジ 34 は大きく形成することが好ましい。

【0011】このように、高周波信号の導通オン・オフ制御に適した電極ブリッジ 34 の大きさと、電極ブリッジ 34 自体の変位に適した電極ブリッジ 34 の大きさにずれがあることから、電極ブリッジ 34 の設計が難しいという問題がある。

【0012】この発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、電極設計の自由度を向上させることができる可変容量素子を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決するための手段としている。すなわち、第 1 の発明は、基板と、この基板上に形成される高周波信号導通部と、基板の上方側に基板と間隔を介して配置され高周波信号導通部の少なくとも一部分に対向する可動体と、この可動体に形成され高周波信号導通部に対向する可動電極とを有し、前記基板上には可動体に対向する領域に可動体変位用固定側電極が高周波信号導通部と間隔を介して形成されており、前記可動体は、高周波信号に対して絶縁性を有する半導体又は絶縁体により構成され、この可動体の基板対向面には、前記基板上の可動体変位用固定側電極に対向する可動体変位用可動側電極が前記可動電極と間隔を介して形成されており、それら可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極は、当該可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極間の直流電圧印加による静電引力によって可動体を基板側に変位させて、可動体に形成されている可動電極と、基板上の高周波信号導通部との間の静電容量を可変する容量可変手段を構成していることを特徴としている。

【0014】第 2 の発明は、第 1 の発明の構成を備え、可動体の上方側に間隔を介して上部部材が配置されてお

り、可動体変位用可動側電極を可動体の基板対向面に設けるのに代えて、可動体変位用可動側電極は可動体の上部部材対向面に形成され、また、可動体変位用固定側電極を基板に設けるのに代えて、可動体変位用固定側電極は、上部部材に、可動体変位用可動側電極に対向して形成されており、それら可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極は、当該可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極間の直流電圧印加による静電引力によって可動体を上部部材側に変位させて、可動体に形成されている可動電極と、基板上の高周波信号導通部との間の静電容量を可変する容量可変手段を構成していることを特徴としている。

【0015】第 3 の発明は、第 1 又は第 2 の発明の構成を備え、高周波信号導通部は、コプレーナ線路とマイクロストリップ線路のうちの一方側と成し、可変容量素子は、可動電極と高周波信号導通部間の静電容量変化を利用して高周波信号導通部であるコプレーナ線路又はマイクロストリップ線路の信号の導通オン・オフを制御するシャントスイッチ素子であることを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0017】図 1 (a) には可変容量素子であるシャントスイッチ素子の第 1 実施形態例が模式的な断面図により示されている。

【0018】第 1 実施形態例のシャントスイッチ素子 1 は、誘電体から成る基板 2 を有し、この基板 2 上にはコプレーナ線路 3 が形成されている。コプレーナ線路 3 は、前述したと同様に、例えば 5 GHz 以上の高周波信号が導通する高周波信号導通部として機能する線路であり、3 本の線路 4g1, 4s, 4g2 が基板 2 上に間隔を介し並設されている。真ん中の線路 4s は信号線路であり、この信号線路 4s の両側の線路 4g1, 4g2 はグランド線路である。

【0019】また、基板 2 上には、例えばガラスから成る上部部材 5 が、コプレーナ線路 3 の上方側を間隔を介して覆うように配置されている。この上部部材 5 と基板 2 は基板 2 の端縁部において接合している。この上部部材 5 と基板 2 との間隙には、可動体 6 が、コプレーナ線路 3 の一部分に間隔を介し対向して設けられている。この可動体 6 は支持部 7 を介して上部部材 5 に支持されている。可動体 6 は、絶縁体、又は、高周波信号に対しては絶縁性を示す Si や GaAs 等の高抵抗（例えば抵抗率が 1000 Ω cm 以上、かつ、10000 Ω cm の範囲内）の半導体により構成されている。

【0020】可動体 6 の基板対向面 6a には、可動電極 8 が、コプレーナ線路 3 の一方側のグランド電極 4g1 から信号線路 4s を介し他方側のグランド電極 4g2 にかけて当該線路 4g1, 4s, 4g2 の一部分に対向して形成

されている。また、可動体 6 の上部部材対向面 6 b には可動体変位用可動側電極 10 が形成されている。図 1

(b) には、それらコプレーナ線路 3 と可動電極 8 と可動体変位用可動側電極 10 を図 1 (a) の上方側から見た配置関係例が模式図により示されている。

【0021】さらに、上部部材 5 には、可動体変位用固定側電極 11 が、可動体変位用可動側電極 10 と対向して形成されている。さらにまた、上部部材 5 にはスルーホール 12 が形成されており、このスルーホール 12 を介して可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 は、それぞれ、外部と導通することが可能となっている。

【0022】外部からスルーホール 12 を利用して可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 間に直流電圧（例えば 5 V 程度の直流電圧）が印加されると、当該可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 間に静電引力が発生し、当該静電引力によって可動体 6 が上部部材 5 側に引き寄せられる。これにより、コプレーナ線路 3 の信号線路 4 s と可動電極 8 間の間隔が広がって当該信号線路 4 s と可動電極 8 間の静電容量 C が小さくなる。すなわち、この第 1 実施形態例では、可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 は、可動体 6 を変位させてコプレーナ線路 3 の信号線路 4 s と可動電極 8 との間の静電容量 C を可変する容量可変手段を構成している。

【0023】この第 1 実施形態例のシャントスイッチ素子 1 では、可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 から成る容量可変手段によって、可動体 6 が上部部材 5 側に変位してコプレーナ線路 3 と可動電極 8 間の静電容量 C が小さくなると、この静電容量 C の変化によって信号線路 4 s から可動電極 8 を介してグラウンド線路 4 g1、4 g2 を見たときのインピーダンスが大きくなり、信号線路 4 s から可動電極 8 を介してグラウンド側を見たときに高周波的にオープンとなる。これにより、コプレーナ線路 3（信号線路 4 s）の信号導通がオンする。

【0024】反対に、可動体変位用可動側電極 10 と可動体変位用固定側電極 11 間の静電引力が無くなると、可動体 6 は図 1 (a) のような位置に配置されてコプレーナ線路 3 と可動電極 8 間の静電容量 C が大きくなって、信号線路 4 s は可動電極 8 を介してグラウンド側と高周波的にショートする。これにより、コプレーナ線路 3（信号線路 4 s）の信号導通がオフする。

【0025】この第 1 実施形態例では、可動電極 8 は、コプレーナ線路 3 を流れる高周波信号の周波数を考慮して、可動電極 8 と信号線路 4 s 間の静電容量変化により精度良くコプレーナ線路 3 の信号導通のオン・オフを行うことができるための電極面の大きさを有している。また、可動体変位用可動側電極 10 は、可動電極 8 よりも大きな電極面を有し、低い直流電圧でもって可動

体 6 を上部部材 5 側に静電引力によって変位させることができるようになっている。

【0026】この第 1 実施形態例によれば、コプレーナ線路 3 の信号導通のオン・オフを制御するための可動電極 8 と、可動体 6 を変位させるための可動体変位用可動側電極 10 とを別々に形成したので、可動電極 8 と可動体変位用可動側電極 10 をそれぞれ独立に設計することができる。これにより、図 4 に示されるシャントスイッチ素子 30 の如く可動電極 8 の機能と可動体変位用可動側電極 10 の機能とを兼用する電極ブリッジ 34 が設けられる場合と比べて、電極設計の自由度を格段に向上させることができる。

【0027】よって、可動電極 8 は、コプレーナ線路 3 の信号の周波数を考慮して当該高周波信号の導通オン・オフを精度良く行うことができる適切な大きさを持つことができる。また、可動体変位用可動側電極 10 は、低い直流電圧でもって可動体 6 を静電引力により変位させることができる適切な大きさを持つことができる。すなわち、少ない消費電力でコプレーナ線路 3 の信号導通のオン・オフを精度良く制御することができるシャントスイッチ素子 1 を提供することが容易となる。

【0028】また、図 4 に示すシャントスイッチ素子 30 では、電極ブリッジ 34 自体が撓み変位するので、電極ブリッジ 34 は金属疲労を起こし易かったが、この第 1 実施形態例では、可動電極 8 や可動体変位用可動側電極 10 とは別に可動体 6 が設けられており、この可動体 6 の変位に伴って可動電極 8 と可動体変位用可動側電極 10 が変位する構成であるので、可動電極 8 や可動体変位用可動側電極 10 の金属疲労を抑制することができる。また、可動体 6 を柔軟性を持つ材料により構成することによって、可動体 6 の変位による劣化を抑制することができる。これにより、この第 1 実施形態例の構成では、シャントスイッチ素子 1 の耐久性を向上させることができる。

【0029】以下に、第 2 実施形態例を説明する。なお、この第 2 実施形態例の説明では、第 1 実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0030】この第 2 実施形態例では、図 2 に示されるように、可動体 6 の上面に可動体変位用可動側電極 10 を設けるのに代えて、可動体変位用可動側電極 10（10 a、10 b）が可動体 6 の基板対向面に可動電極 8 と間隔を介して形成されている。また、基板 2 上には、可動体変位用固定側電極 11（11 a、11 b）が可動体変位用可動側電極 10（10 a、10 b）に対向させ、かつ、コプレーナ線路 3 と間隔を介して形成されている。さらに、基板 2 には固定部 13（13 a、13 b）が可動体 6 を挟み込むようにして配設されており、可動体 6 は梁 14（14 a、14 b）を介し固定部 13 に支持されている。

【0031】第1実施形態例では、可動体変位用固定側電極11を可動体6の上方側に配置するために、上部部材5を可動体6の上方側に配設していたが、この第2実施形態例では、可動体変位用固定側電極11は基板2上に形成する構成であるために、上部部材5を設けなくとも済む。このことから、この第2実施形態例では、上部部材5が省略されている。これにより、シャントスイッチ素子1の構造および製造工程の簡略化を図ることができる。

【0032】また、上部部材5を省略することができ、さらに、可動体変位用可動側電極10と可動体変位用固定側電極11から成る容量可変手段の静電引力によって可動体6は上方側には変位しない構成であるので、シャントスイッチ素子1の低背化を図ることができる。

【0033】上記以外の構成は、第1実施形態例と同様である。

【0034】この第2実施形態例においても、第1実施形態例と同様に、可動体変位用可動側電極10と可動体変位用固定側電極11間に直流電圧を印加すると、当該直流電圧に起因した静電引力が可動体変位用可動側電極10と可動体変位用固定側電極11間に発生する。この静電引力によって可動体6が基板2側に引き寄せられる。この可動体6の変位によって、可動電極8とコプレーナ線路3間の間隔が狭くなって当該可動電極8とコプレーナ線路3間の静電容量Cが大きくなる。これにより、可動電極8とコプレーナ線路3間が高周波的にショートしてコプレーナ線路3の信号導通がオフする。このように可動体6の変位による可動電極8とコプレーナ線路3間の静電容量Cの変化によって、コプレーナ線路3の高周波信号の導通オン・オフが制御される。

【0035】なお、この発明は第1や第2の実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、第1や第2の実施形態例では、高周波信号導通部としてコプレーナ線路3を例にして説明したが、コプレーナ線路3に代えて、マイクロストリップ線路を設けてもよい。

【0036】また、第1や第2の実施形態例の構成に加えて、対向し合うコプレーナ線路3の表面と可動電極8の表面のうちの少なくとも一方側に保護用の例えばSiN等の絶縁膜を形成してもよい。

【0037】さらに、第2実施形態例に示した図2の構成では、上部部材5が省略されていたが、低背化を気にしない場合などの場合には、可動体6やコプレーナ線路3等の保護を図る観点から、第1実施形態例に示すように、基板2の上方側に上部部材5を設けてもよい。

【0038】さらに、第1や第2の実施形態例では、シャントスイッチ素子1はいわゆる並列スイッチであったが、図3に示すような直列スイッチを構成してもよい。つまり、図3において、コプレーナ線路3の信号線路

4sには分断部15が形成されており、この分断部15の両端の線路部分に共通に対向するように可動電極8が配置されている。なお、この場合、可動電極8は、グラウンド線路4g1、4g2には対向していない。

【0039】この構成では、可動電極8と、分断部15の両端の線路部分との間隔が狭くなり、当該可動電極8と、分断部15の両端の線路部分との間の静電容量が大きくなって、可動電極8と、分断部15の両端の線路部分とが高周波的にショートすると、高周波信号は可動電極8を介して信号線路4sを流れ当該信号線路4sの信号導通がオンする。また反対に、可動電極8と、分断部15の両端の線路部分との間の間隔が広くなり、当該可動電極8と、分断部15の両端の線路部分との間の静電容量が小さくなって、可動電極8と、分断部15の両端の線路部分とが高周波的にオープンになると、信号線路4sの高周波信号の導通はオフする。

【0040】さらに、第1や第2の実施形態例では、シャントスイッチ素子を例にして説明したが、本発明は、例えば、高周波回路に組み込まれて可変コンデンサとして機能する可変容量素子にも適用することができるものである。

【0041】

【発明の効果】この発明によれば、高周波信号導通部と対を成して当該高周波信号導通部との間に静電容量を発生させる可動電極と、この可動電極が設けられている可動体を静電引力を利用して変位させるための可動体変位用可動側電極とを別々に設ける構成とした。

【0042】従来では、高周波信号導通部との間に静電容量を生じさせるための電極（つまり、可動電極）としての機能と、当該電極を変位させるための電極（つまり、可動体変位用可動側電極）としての機能とを兼用する電極（電極ブリッジ）が設けられる構成であった。この電極ブリッジの設計には、それら両方の機能を果たすための制約が多く、電極設計の自由度が低いものであった。

【0043】これに対して、この発明では、それら機能をそれぞれ別々の可動電極、可動体変位用可動側電極に持たせる構成としたので、それら可動電極と可動体変位用可動側電極とをそれぞれ独立に設計することができることとなり、電極設計の自由度を高めることができる。

【0044】また、従来の電極ブリッジは、当該電極ブリッジ自体を撓み変形させることで、高周波信号導通部と電極ブリッジ間の静電容量を可変する構成であったために、電極ブリッジの金属疲労が発生し易かった。これに対して、この発明では、可動電極および可動体変位用可動側電極は可動体に形成され、また、その可動体は金属以外の例えば柔軟性と絶縁性を持つ材料により構成することが可能である。このことから、可動体の変位による劣化や、可動電極や可動体変位用可動側電極の金属疲労が起こりにくく、これにより、可変容量素子の耐久性

を高めることができる。

【0045】さらに、可動体変位用可動側電極が可動体の基板対向面に形成され、また、可動体変位用固定側電極が基板上に形成されているものにあつては、可動体変位用固定側電極を可動体の上方側に配置するための上部部材を設けなくとも済むので、上部部材を省略することができる。これにより、可変容量素子の構造および製造工程の簡略化を図ることができる。

【0046】また、そのように上部部材を省略することができ、さらに、可動体は、可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極間の静電引力によって基板側に変位するものであり、静電引力によって基板から離れる上方側に変位するものではないので、可変容量素子の低背化を図ることができる。

【0047】高周波信号導通部がコプレーナ線路又はマイクロストリップ線路であり、可変容量素子はシャントスイッチ素子であるものにあつては、高周波信号導通部の信号導通オン・オフを精度良く制御するためには、可動電極は、高周波信号導通部を流れる高周波信号の高い周波数に応じて電極面を小さく形成することが好ましい。一方、可動体を低い電圧で変位させるためには、可動体変位用可動側電極と可動体変位用固定側電極の対向し合う電極面を大きく形成することが好ましい。

【0048】この発明では、可動電極と、可動体変位用可動側電極とを独立して設計することができるので、高

周波信号導通部の信号導通のオン・オフ制御に適した大きさに可動電極を適切に設計でき、かつ、この可動電極とは別に、可動体の変位駆動に適した大きさに可動体変位用可動側電極を適切に設計することができる。これにより、低い電圧供給で精度良く高周波信号の導通オン・オフを制御できる性能の高いシャントスイッチ素子を提供することが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態例の可変容量素子であるシャントスイッチ素子を説明するための図である。

【図2】第2実施形態例を説明するための模式的な断面図である。

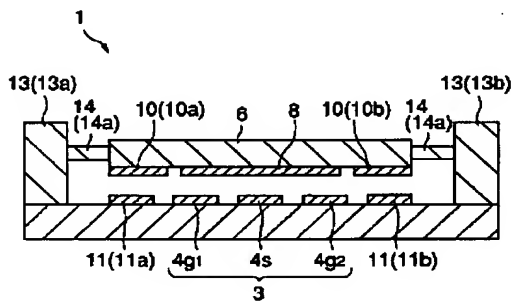
【図3】その他の実施形態例を説明するための図である。

【図4】従来例を説明するための図である。

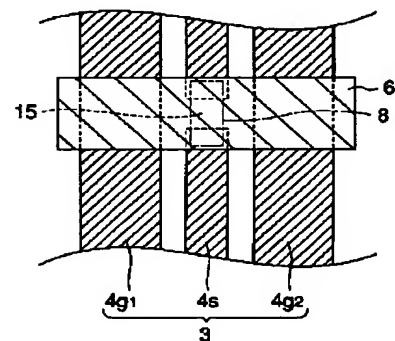
【符号の説明】

- 1 シャントスイッチ素子
- 2 基板
- 3 コプレーナ線路
- 5 上部部材
- 6 可動体
- 8 可動電極
- 10 可動体変位用可動側電極
- 11 可動体変位用固定側電極

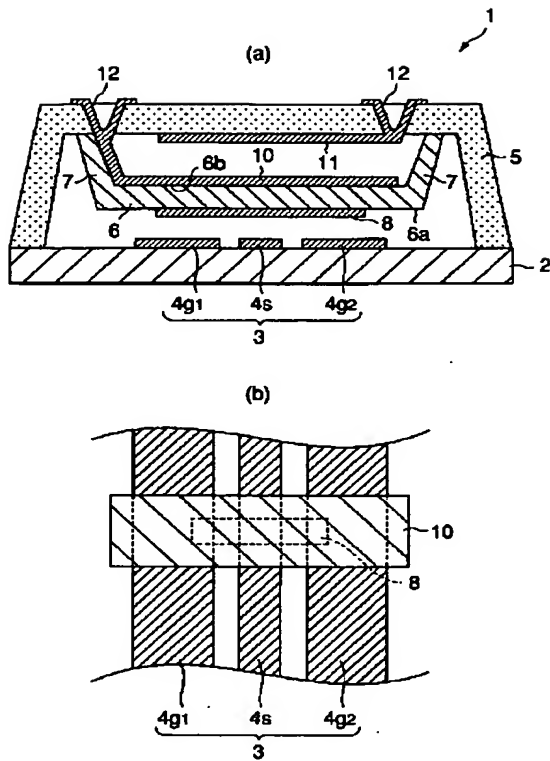
【図2】



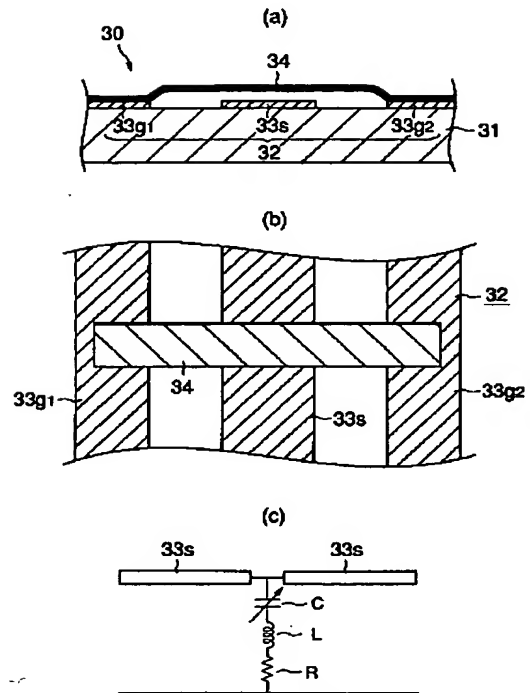
【図3】



【図1】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 川合 浩史
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 竹村 光司
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 小中 義宏
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内